



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 28 544 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
C 22 C 38/38
C 22 C 38/06
C 22 C 38/04

⑳ Aktenzeichen: 101 28 544.2
㉒ Anmeldetag: 13. 6. 2001
㉔ Offenlegungstag: 2. 1. 2003

DE 101 28 544 A 1

㉑ Anmelder:
ThyssenKrupp Stahl AG, 47166 Duisburg, DE

㉓ Vertreter:
COHAUSZ & FLORACK, 40472 Düsseldorf

㉒ Erfinder:
Hofmann, Harald, 44227 Dortmund, DE; Engl,
Bernhard, Dr.-Ing., 44267 Dortmund, DE; Menne,
Manfred, Dipl.-Ing., 44803 Bochum, DE; Heller,
Thomas, Dr.-Ing., 47229 Duisburg, DE;
Zimmermann, Werner, 46562 Voerde, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 17 58 313 B1
DE 12 62 613 B1
JP 06-1 84 700 A1
FR 46.731 Add;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤④ Höherfestes, kaltumformbares Stahlband oder -blech, Verfahren zu seiner Herstellung und Verwendung eines solchen Bands oder Blechs
- ⑤⑦ Ein erfindungsgemäßes Stahlband oder -blech mit guter Kaltumformbarkeit und höherer Festigkeit besteht aus einem Leichtstahl, der (in Gewichts-%) C: $\leq 1,00$ %, Mn: 7,00-30,00%, Al: 1,00-10,00%, Si: $> 2,50$ -8,00%, Al + Si: $> 3,50$ -12,00%, B: $> 0,00$ - $< 0,01$ %, sowie wahlweise Ni: $< 8,00$ %, Cu: $< 3,00$ %, N: $< 0,60$ %, Nb: $< 0,30$ %, Ti: $< 0,30$ %, V: $< 0,30$ %, P: $< 0,01$ %, Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen aufweist.

DE 101 28 544 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Stahlband oder -blech mit guter Kaltumformbarkeit und höherer Festigkeit aus einem Fe-Mn-Al-Si-Leichtstahl mit Kohlenstoff.

5 [0002] Ein für die Herstellung von Karosseriebauteilen und den Tieftemperatureinsatz verwendeter Leichtstahl ist aus der DE 197 27 759 C2 bekannt. Er enthält neben Fe 10% bis 30% Mn, 1% bis 8% Al und 1 bis 6% Si, wobei die Summe der Gehalte an Al und Si 12% nicht überschreitet. In diesem bekannten Stahl ist Kohlenstoff allenfalls im Verunreinigungsbereich enthalten.

10 [0003] Beim aus der DE 199 00 199 A1 bekannten Leichtbaustahl ist dagegen Kohlenstoff als optionales Legierungselement vorgesehen. Der bekannte Leichtstahl weist > 7% bis 27% Mn, > 1% bis 10% Al, > 0,7% bis 4% Si, < 0,5% C, < 10% Cr, < 10% Ni und < 0,3% Cu auf. Des weiteren können in dem Stahl N, V, Nb, Ti, P enthalten sein, wobei die Summe dieser Elemente 2% nicht überschreiten darf.

15 [0004] Auch der aus der EP 1 067 203 A1 bekannte Leichtstahl enthält Kohlenstoff, und zwar 0,001 bis 1,6%. Zudem weist dieser Stahl neben Fe 6–30% Mn, ≤ 6% Al, ≤ 2,5% Si, ≤ 10% Cr, ≤ 10% Ni und ≤ 5% Cu auf. Zusätzlich können V, Ti, Nb, B, Zr und Seltene Erden in dem Stahl enthalten sein, wobei die Summe ihrer Gehalte 3% nicht überschreitet. Ebenso kann der bekannte Stahl P, Sn, Sb, und As beinhalten, wobei die Summe der Gehalte dieser Elemente nicht größer als 0,2% sein soll.

20 [0005] Es hat sich gezeigt, daß sich derart zusammengesetzte Stähle trotz der Anwesenheit von Kohlenstoff nur unter Schwierigkeiten warm- und kaltwalzen lassen. So zeigen sich an den Bandkanten häufig Instabilitäten oder Risse, welche die großtechnische Herstellung von Bändern oder Blechen aus solchen Stählen in der Praxis schwierig machen. Des weiteren weisen diese Stähle ein sehr stark isotropes Verformungsverhalten auf, welches sich in einem hohen Δr -Wert äußert. Auch infolge der schlechten Verformbarkeit wird die Weiterverarbeitung der nach dem bekannten Verfahren erzeugten Stahlbleche erschwert.

25 [0006] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ausgehend von dem voranstehend erläuterten Stand der Technik ein aus einem Leichtstahl erzeugtes Stahlband oder -blech mit guter Verformbarkeit und guter Festigkeit zu schaffen, das sich auch im großtechnischen Maßstab einfach herstellen läßt. Darüber hinaus sollen ein Verfahren zur Herstellung und bevorzugte Verwendungen eines solchen Stahlbandes oder -blechs angegeben werden.

[0007] Die Aufgabe wird zum einen durch ein Stahlband oder -blech gelöst, das aus einem Leichtstahl hergestellt ist, der folgende Zusammensetzung aufweist (in Gewichts -%):

30 C: ≤ 1,00%
Mn: 7,00–30,00%
Al: 1,00–10,00%
Si: > 2,50–8,00%
Al + Si: > 3,50–12,00%
35 B: > 0,00–< 0,01%
sowie wahlweise
Ni: < 8,00%
Cu: < 3,00%
N: < 0,60%
40 Nb: < 0,30%
Ti: < 0,30%
V: < 0,30%
P: < 0,01%

Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen. Den Verunreinigungen werden dabei Schwefel und Sauerstoff zuge-
45 rechnet.

[0008] Überraschend hat sich herausgestellt, daß die gezielte Zugabe von Bor bei erfindungsgemäßen Stählen zu einer deutlichen Verbesserung der Eigenschaften und der Herstellbarkeit führt. So bewirkt der im zur Erzeugung erfindungsgemäßer Stahlbänder oder -bleche eingesetzten Stahl enthaltene Gehalt an Bor eine Verminderung der Streckgrenze, wodurch die Verformbarkeit deutlich verbessert wird. Die günstigen Einflüsse der Legierung auf die mechanischtechnologischen Eigenschaften erfindungsgemäßer Stahlbänder und -bleche kann dadurch noch unterstützt werden, daß der Kohlenstoffgehalt 0,10–1,00 Gew.-% beträgt, wenn also ein Mindestmaß von 0,10 Gew.-% an Kohlenstoff im erfindungsgemäßen Stahl nachweisbar ist.

50 [0009] Dabei hat die Anwesenheit dieser Elemente eine besonders gute Kombination von mechanischen und technologischen Eigenschaften zur Folge. So weisen erfindungsgemäße Stahlbänder und -bleche einen gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten, zur hier in Rede stehenden Gattung gehörenden Bleche einen deutlich niedrigeren Δr -Wert auf.

60 [0010] Zusätzlich zeichnen sich erfindungsgemäß zusammengesetzte kaltgewalzte Stahlbänder und -bleche durch vergleichbar niedrige Streckgrenzen, verbesserte Streckziehfähigkeit bei erhöhten Verfestigungsexponenten (n-Wert), erhöhter Tiefziehfähigkeit (r-Wert) und niedriger planarer Anisotropie (Δr -Wert) sowie ein erhöhtes Produkt aus Streckgrenze und Dehnung aus. So liegt die Zugfestigkeit erfindungsgemäßer Stahlbänder und -bleche mindestens bei 680 MPa. Das Produkt aus Zugfestigkeit und Dehnung beträgt mindestens 41000 MPa. Die Streckgrenze erfindungsgemäßer Stahlbleche und -bänder überschreitet 520 MPa nicht. Im Ergebnis wird so ein besonders gut kaltverformbares Leichtstahlband oder -blech erhalten, das sich aufgrund seiner vergleichsweise hohen Festigkeit und geringen Dichte insbesondere für die Herstellung von Bauteilen für Automobilkarossen eignet. Ebenso macht das ausgezeichnete Verhältnis
65 von Festigkeit und Gewicht ein erfindungsgemäß erzeugtes Stahlblech für die Herstellung von Rädern für Fahrzeuge, insbesondere Kraftfahrzeuge, für die Herstellung von innenhochdruck- oder außenhochdruckverformten Bauteilen, für die Herstellung von hochfesten Motorteilen, wie Nockenwellen oder Kolbenstangen, für die Herstellung von für den Schutz gegen impulsförmig auftreffende Belastungen, wie Beschuß, bestimmten Bauelementen, wie Panzerblechen, sowie

Schutzelemente geeignet, die zum Schutz von Personen insbesondere gegen Beschuß bestimmt sind. Insbesondere im Falle der letztgenannten Anwendung macht sich das vergleichsweise geringe Gewicht des erfindungsgemäßen Stahlblechs und die gleichzeitig hohe Festigkeit positiv bemerkbar.

[0011] Erfindungsgemäße Stahlbleche eignen sich aufgrund ihrer rein austenitischen Gefügestruktur darüber hinaus in besonderer Weise zur Herstellung von nichtmagnetischen Bauelementen.

[0012] Schließlich hat sich gezeigt, daß die erfindungsgemäßen Stahlbleche und -bänder auch bei besonders niedrigen Temperaturen ihre Festigkeit beibehalten. Sie eignen sich als solche insbesondere zur Herstellung von in der Kryotechnik eingesetzten Bauelementen, wie Behälter oder Rohre für die Kältetechnik.

[0013] Besonders sicher erreichen lassen sich die positiven Wirkungen von Bor in erfindungsgemäß verwendetem Stahl, wenn der Borgehalt 0,002 Gew.-% bis 0,01 Gew.-%, insbesondere 0,003 bis 0,008 Gew.-%, beträgt.

[0014] Auch der im Bereich von 0,1% bis 1,0% liegende C-Gehalt gewährleistet eine verbesserte Herstellbarkeit erfindungsgemäßer Stahlbleche und -bänder. Bei erfindungsgemäßen Stählen ist aufgrund der Anwesenheit von Kohlenstoff die Bildung intermetallischer Phasen unterdrückt. Risse und Instabilitäten im Bandkantenbereich, wie sie bei den aus den bekannten Stählen erzeugten Stahlbändern entstehen, werden so erheblich reduziert, wobei mit zunehmendem C-Gehalt die Instabilitäten in besonderem Maße abnehmen. Eine weitere Verbesserung der Bandkantenqualität wird durch die Zugabe von Bor erzielt. Im Ergebnis können durch die kombinierte Zugabe von C und B Bandkanteninstabilitäten nahezu vollständig vermieden werden.

[0015] Bor substituiert in seiner Wirkung auf die mechanischtechnologischen Eigenschaften das Legierungselement Mn. So ist festgestellt worden, daß ein Stahl mit 20% Mn und 0,003% Bor ein ähnliches Eigenschaftsprofil aufweist wie ein Stahl, der 25% Mn, jedoch kein B enthält. Daher können erfindungsgemäße Leichtbaustähle relativ niedrige Mn-Gehalte bei dennoch vergleichsweise hohen Festigkeiten besitzen. Dies führt zu verminderten Legierungsmittelkosten und erleichtert die schmelzmetallurgische Herstellung eines erfindungsgemäß verwendeten Leichtstahls.

[0016] Zusätzlich eröffnen die erfindungsgemäß vorgesehenen C- und B-Gehalte ein weites Spektrum der Warmwalzparameter. So ist festgestellt worden, daß die bei Wahl hoher Warmwalzendtemperaturen und Haspeltemperaturen erhaltenen Kennwerte erfindungsgemäßer Stähle im wesentlichen gleich denen sind, die bei niedrigen Warmwalzendtemperaturen und Haspeltemperaturen erhalten werden. Auch diese Unempfindlichkeit bei der Warmbandherstellung begünstigt die einfache Herstellbarkeit erfindungsgemäßer Stahlbleche.

[0017] Aufgrund des auf Gehalte oberhalb von 2,50 Gew.-%, bevorzugt oberhalb von 2,70 Gew.-%, beschränkten Si-Gehaltsweisen erfindungsgemäße Stahlbänder und -bleche eine gegenüber solchen Leichtstahlbändern oder -blechen, die geringe Si-Gehalte besitzen, verbesserte Kaltwalzbarkeit auf. Die hohe Zugabe von Si drückt sich in gleichmäßigeren Streckgrenzen- und Zugfestigkeitswerten sowie in höheren Bruchdehnungs- und Gleichmaßdehnungswerten aus. Si in erfindungsgemäßen Stählen führt darüber hinaus zu höheren r- und n-Werten sowie zu einer isotropen Ausbildung der mechanischen Eigenschaften. Die Obergrenze der aus Al- und Si-Gehalten gebildeten Summe liegt bei 12%, da eine über diese Grenze hinausgehende Summe der Al- und Si-Gehalte die Gefahr einer Versprödung mit sich bringen würde.

[0018] Erfindungsgemäße Stahlbänder und -bleche lassen sich bevorzugt durch ein Verfahren herstellen, bei dem ein Vormaterial, wie Brammen, Dünnbrammen oder Band, aus einem erfindungsgemäß in der voranstehend erläuterten Weise zusammengesetzten Stahl gegossen wird, bei dem das gegossene Vormaterial auf $\approx 1100^{\circ}\text{C}$ erwärmt oder mit einer solchen Temperatur direkt eingesetzt wird, bei dem das vorgewärmte Vormaterial zu Warmband bei einer mindestens 800°C betragenden Warmwalzendtemperatur warmgewalzt wird und bei dem das fertiggewalzte Warmband bei einer 450°C bis 700°C betragenden Haspeltemperatur gehaspelt wird.

[0019] Indem das Warmband erfindungsgemäß bei mindestens 800°C liegenden Warmwalzendtemperaturen warmgewalzt und bei niedrigen Temperaturen gehaspelt wird, wird die erwähnte positive Wirkung des Kohlenstoffs und insbesondere des Bors im vollen Umfang genutzt. So bewirken Bor und Kohlenstoff bei in diesem Bereich warmgewalzten Bändern höhere Zugfestigkeits- und Streckgrenzen-Werte bei nach wie vor akzeptablen Bruchdehnungswerten. Mit zunehmender Warmwalzendtemperatur nehmen Zugfestigkeit und Streckgrenze ab, während die Dehnungswerte ansteigen. Durch Variation der Walzendtemperaturen im durch die Erfindung vorgegebenen Rahmen lassen sich so die gewünschten Eigenschaften des erhaltenen Stahlbandes gezielt und auf einfache Weise beeinflussen.

[0020] Durch die Beschränkung der Haspeltemperatur auf Werte von maximal 700°C wird eine Werkstoffversprödung sicher vermieden. Es ist festgestellt worden, daß es bei höheren Haspeltemperaturen zur Bildung von Sprödphasen kommt, welche beispielsweise Materialabplatzungen nach sich ziehen können und als solche die Weiterverarbeitung erschweren oder sogar unmöglich machen.

[0021] Schon erfindungsgemäß erzeugtes Warmband zeichnet sich durch gute Gebrauchseigenschaften aus. Sollen dünnere Bleche oder Bänder erzeugt werden, so kann das Warmband nach dem Haspeln zu Kaltband kaltgewalzt werden, wobei das Kaltwalzen vorteilhafterweise mit einem Kaltwalzgrad von 30% bis 75% durchgeführt wird. Vorzugsweise wird das erhaltene Kaltband anschließend einer Glühung unterzogen, wobei die Glühtemperaturen zwischen 600°C bis 1100°C liegen sollten. Die Glühung kann dabei in der Haube im Temperaturbereich von 600°C bis 750°C oder im Durchlauf im Glühofen bei Temperaturen von 750°C bis 1100°C durchgeführt werden. Schließlich ist es im Hinblick auf die Kaltverformbarkeit und der Oberflächenausbildung günstig, das Kaltband abschließend zu dressieren.

[0022] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungs- und Vergleichsbeispielen näher erläutert.

[0023] In Tabelle 1 sind die Zusammensetzungen von vier Stählen A, B, C, D, E angegeben, von denen die Stähle A, B und C der erfindungsgemäß vorgesehenen Legierung entsprechen, während es sich bei den Stählen D und E um Vergleichsbeispiele handelt.

Tabelle 1

Stahl	C	Mn	Al	Si	B	Fe, Verunreinigungen
A	0,5	15	3	3	0,003	Rest
B	0,5	20	3	3	0,003	Rest
C	–	20	3	3	0,003	Rest
D	–	14	3	3	–	Rest
E	–	19	3	3	–	Rest

[0024] Die Stähle A bis E der betreffenden Zusammensetzungen sind erschmolzen und zu Brammen vergossen worden. Anschließend sind die Brammen auf eine Temperatur von 1150°C vorgewärmt worden. Die vorgewärmten Brammen sind dann warmgewalzt und anschließend gehaselt worden.

[0025] Die jeweiligen Warmwalzendtemperaturen ET und Haspeltemperaturen HT sowie die jeweiligen Eigenschaften Zugfestigkeit R_m, Streckgrenze R_e, A₅₀-Dehnung, Gleichmaßdehnung A_{g1} und n-Wert der erhaltenen Warmbänder sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2

Stahl	ET [°C]	HT [°C]	Re [N/mm ²]	Rm [N/mm ²]	A ₅₀ [%]	A _{g1} [%]	n
A	960	500	486	792	42	38	0,31
B	930	500	509	825	46	42	0,32
C	920	500	496	818	31	27	–
D	820	500	610	920	26	–	–
E	840	500	430	700	30	–	–

[0026] Bis auf das aus dem nicht erfindungsgemäßen Stahl D hergestellte Band, welches sich nicht kaltwalzen ließ, sind die erhaltenen Warmbänder anschließend mit einem Verformungsgrad von ca. 65% kaltgewalzt und bei 950°C im Durchlauf gegläht worden. Die mechanischen Eigenschaften der so erhaltenen kaltgewalzten Stahlbleche sind in Tabelle 3 eingetragen.

Tabelle 3

Stahl	Re [N/mm ²]	Rm [N/mm ²]	A ₅₀ [%]	A _{g1} [%]	n	r	Δr
A	408	775	64	64	0,33	1,02	-0,1
B	411	785	61,1	61,1	0,33	1,0	-0,06
C	284	714	58	56,8	0,39	1,05	-0,17
D	Nicht kaltwalzbar						
E	382	744	52,5	50,3	0,32	0,82	-0,25

[0027] Es zeigt sich, daß die aus den Stählen A bis C erfindungsgemäß erzeugten Stahlbänder eine hervorragende Kaltverformbarkeit besitzen. Dabei weisen sie bei einer hohen Festigkeit und einer hohen Bruchdehnung jeweils ein ausgeprägt isotropes Verformungsverhalten ($r \sim 1$, $\Delta r \sim 0$) auf. Auch die aus dem kohlenstofffreien, jedoch Bor enthaltenden erfindungsgemäßen Stahl C erzeugten Stahlbänder weisen niedrige Streckgrenzen, erhöhte Bruch- und Gleichmaßdehnungen sowie ein isotropes Umformverhalten auf.

[0028] Somit eignen sich alle Varianten erfindungsgemäßer Stahlbleche in besonderer Weise für die Herstellung von Karosseriebauteilen, speziell für die Außenbleche einer Automobilkarosserie, von Rädern für Fahrzeuge, insbesondere Kraftfahrzeuge, von nichtmagnetischen Bauelementen, von in der Kryotechnik eingesetzten Behältern, von innenhochdruck- oder außenhochdruckverformten Bauteilen, von Rohren, die insbesondere für die Herstellung von hochfesten Motorteilen, wie Nockenwellen oder Kolbenstangen, bestimmt sind, von für den Schutz gegen impulsförmig auftretende Belastungen, wie Beschuß, bestimmten Bauelementen oder Schutzelementen, wie Panzerblechen, oder Körperpanzerungen für den menschlichen oder tierischen Körper.

Patentansprüche

1. Stahlband oder -blech mit guter Kaltumformbarkeit und höherer Festigkeit aus einem Leichtstahl mit folgender Zusammensetzung (in Gewichts-%):

C: $\leq 1,00\%$

Mn: 7,00–30,00%

Al: 1,00–10,00%

- Si: > 2,50–8,00%
 Al + Si: > 3,50–12,00%
 B: > 0,00–< 0,01%
 sowie wahlweise
 Ni: < 8,00% 5
 Cu: < 3,00%
 N: < 0,60%
 Nb: < 0,30%
 Ti: < 0,30%
 V: < 0,30% 10
 P: < 0,01%
 Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen.
2. Stahlband oder -blech nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kohlenstoffgehalt 0,10–1,00 Gew.-% beträgt
 3. Stahlband oder -blech nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Si-Gehalt > 15
 2,70 Gew.-% beträgt.
 4. Stahlband oder -blech nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Borgehalt 0,002 Gew.-% bis 0,01 Gew.-%, insbesondere 0,003 bis 0,008 Gew.-%, beträgt.
 5. Stahlband oder -blech nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß seine Zugfestig-
 keit mindestens 680 MPa beträgt. 20
 6. Stahlband oder -blech nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt aus seiner Zugfestigkeit und
 seiner Dehnung mindestens 41000 MPa beträgt.
 7. Stahlband oder -blech nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß seine Streck-
 grenze bis zu 520 MPa beträgt.
 8. Verfahren zur Herstellung eines kaltumformbaren höherfesten Stahlbandes oder -blechs, 25
 - bei dem ein Vormaterial, wie Brammen, Dünnbrammen oder Band, aus einem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 zusammengesetzten Stahl gegossen wird,
 - bei dem das gegossene Vormaterial auf = 1100°C erwärmt oder mit einer solchen Temperatur direkt einge-
 setzt wird,
 - bei dem das vorgewärmte Vormaterial zu Warmband bei einer mindestens 800°C betragenden Warmwal- 30
 zendtemperatur warmgewalzt wird,
 und
 - bei dem das fertiggewalzte Warmband bei einer 450°C bis 700°C betragenden Haspeltemperatur gehaspelt
 wird.
 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Warmband nach dem Haspeln zu Kaltband kalt- 35
 gewalzt wird.
 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Kaltband einer Glühung bei einer Glühtempera-
 tur von 600°C bis 1100°C unterzogen wird.
 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Glühung als Haubenglühung bei einer 600°C bis
 750°C betragenden Glühtemperatur durchgeführt wird. 40
 12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Glühung als Durchlaufglühung bei einer 750°C
 bis 1100°C betragenden Glühtemperatur durchgeführt wird.
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Kaltband dressiert wird.
 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Kaltwalzen mit einem Kalt-
 walzgrad von 30% bis 75% durchgeführt wird. 45
 15. Verwendung eines Stahlbandes oder -bleches gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von tragen-
 den Karosseriebauteilen.
 16. Verwendung eines Stahlbandes oder -blechs gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von außen
 sichtbaren Teilen von Fahrzeugkarosserien.
 17. Verwendung eines Stahlbandes oder -blechs gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von Rädern 50
 für Fahrzeuge, insbesondere Kraftfahrzeuge.
 18. Verwendung eines Stahlbandes oder -blechs gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von nichtma-
 gnetischen Bauelementen.
 19. Verwendung eines Stahlbandes oder -blechs gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von in der
 Kryotechnik eingesetzten Bauelementen. 55
 20. Verwendung eines Stahlbandes oder -blechs gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von innen-
 hochdruck- oder außenhochdruckverformten Bauteilen.
 21. Verwendung eines Stahlbandes oder -blechs gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von Rohren,
 die insbesondere für die Herstellung von hochfesten Motorteilen, wie Nockenwellen oder Kolbenstangen, bestimmt
 sind. 60
 22. Verwendung eines Stahlbandes oder -blechs gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von für den
 Schutz gegen impulsförmig auftreffende Belastungen, wie Beschuß, bestimmten Bauelementen, wie Panzerble-
 chen.
 23. Verwendung eines Stahlbandes oder -blechs gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von für den
 Schutz von Personen vor impulsförmig auftreffender Belastungen, wie Beschuß, bestimmten Schutzelementen, wie 65
 Helme und Körperpanzerungen.

- Leerseite -